

VAKUUMKISSEN FÜR GESICHTSABFORMUNGEN
ZUR ANFERTIGUNG EXTRAORALER APPARATUREN

RUDOLF MUND

*Liss
München
1904*

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der
Universität München

(Direktor: Prof. Dr. A. Stahl)

Vakuumpissen für Gesichtsabformungen
zur Anfertigung extraoraler Apparaturen

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Rudolf Mund

aus
Olpe

1983

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. Dr. B. Rossiwall

Mitberichterstatter: Prof. Dr. A. Stahl

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 26.7.1984

Meiner Frau



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548306_0054

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung

- | | | |
|-----|--|---|
| 1.1 | Anwendungsgebiet der Gesichtsabformung | 1 |
| 1.2 | Historische Aspekte | 2 |

2. Herkömmliche Methode der Gesichtsabformung

- | | | |
|-----|------------------------------|---|
| 2.1 | Gesichtsabdruck von Toten | 4 |
| 2.2 | Gesichtsabdruck von Lebenden | 4 |

3. Problemstellung

- | | | |
|-----|-------------------------|----|
| 3.1 | Alginat-, Gipsmethode | 8 |
| 3.2 | Thermoplastische Stoffe | 11 |
| 3.3 | Vakuummethode | 11 |

4. Entwicklung der Vakuummethode für Gesichtsabformungen

4.1	Beschreibung der Ausgangssituation	12
4.2	Kissenhülle	13
4.2.1	Material	13
4.2.2	Hygiene	13
4.3	Kissengröße	13
4.4	Folienmaterial und Stärke	14
4.5	Vorformung	16
4.6	Kissenfüllung	16
4.6.1	Hartschaumkügelchen	17
4.6.2	Sand	18
4.6.3	Polyurethan	18
4.6.4	Rohgranulat	18
4.6.5	Hartschaumkügelchen - Rohgranulat-Gemisch	19
4.7	Füllmenge	19
4.8	Vakuumpumpe	20
4.9	Druckregulierung	20
4.10	Meßgerät	22
4.10.1	Aufbau	22
4.10.2	Anwendung	24
4.11	Meßmethode	27

5.	Ergebnisse	
5.1	Beschreibung der entwickelten Methode	36
5.1.1	Geräte und deren Anordnung bei der Abdrucknahme	36
5.1.2	Durchführung der Abdrucknahme	38
5.2	Auswertung	42
6.	Diskussion	55
7.	Zusammenfassung	60
8.	Quellenverzeichnis	61

1. Einleitung

1.1. Anwendungsgebiet der Gesichtsabformung

In der heutigen Zeit haben Gesichtsabformungen weitgehend ihre ursprüngliche Bedeutung verloren.

Nach Auskunft von Bestattungsinstituten (Umfrage bei 10 Bestattungsinstituten in München - Februar 1983) wird nur noch in ganz seltenen Fällen ein Gesichtsmodell von Verstorbenen gewünscht. Hier, wie auch im Bereich der Gerichtsmedizin (KLEIN (16)), hat die Photodokumentation die Abdrucknotwendigkeit ersetzt.

In der Kunst hat sich der Gesichtsabdruck nach wie vor einen obligaten Platz erhalten und gehört zum Ausbildungsprogramm in der Akademie der Bildenden Künste (GAREISSEN (8)).

Auf medizinischem Gebiet arbeitet die gesichtsplastische Chirurgie bei der Herstellung von Epithesen mit Gesichtsmodellen (PASCHKE und KOBES (20), KUKULIES (19), GUERNSEY (9)).

Photo und Röntgenbild bieten eine weitgehende, zweidimensionale Dokumentation vom skelettalen Aufbau und den aufliegenden Weichteilen. Das Gesichtsmodell bietet den Vorzug der dreidimensionalen Befundung, wird aber praktisch in der Kieferorthopädie (Umfrage bei 25 Kieferorthopäden in München - Dezember 1982) nicht verwendet (DEWEY (7)).

Insbesondere nützlich nach DELAIRE (4) ist eine solche Gesichtsabformung zur Herstellung einer individuell gefertigten, extraoral abgestützten, kieferorthopädischen Apparatur.

1.2 Historische Aspekte

Die heutige Methodik der Gesichtsabformung entwickelte sich zum einen aus der Maskenkunst im kultischen Leben der Naturvölker, zum anderen aus dem Brauchtum unserer Vorfahren, Verstorbene zu mumifizieren.

So finden wir Masken bei Ausgrabungen fast aller Kulturkreise. Einen allgemeinen Überblick zu diesem Thema vermittelte eine Ausstellung anlässlich der Ruhrfestspiele Recklinghausen 1983 (4).

Kriegs- und Kultmasken aus Afrika, Südostasien und Mittelamerika sollten den Feind in Angst versetzen, Dämonen verjagen bzw. wohlgesonnen stimmen und dem Träger besondere Kräfte verleihen (14).

Die Gestalt des Abgebildeten dem Zuschauer näher zu bringen, ist die Zielsetzung der Theatermasken. Ihre Ursprünge sind im alten Griechenland belegt (KLEIN (15)).

Der Ursprung von Mumienmasken geht auf das frühe alt-ägyptische Reich zurück. Ihr Sinn war es, den Körper vor Zerfall zu schützen bzw. der Seele bei der Identifikation ihres Körpers zu helfen (RIESTERER (22), VANDERSLEGEN (23)).

Alle vorher aufgeführten Masken sind jedoch artifizielle Werke. Das Dargestellte sollte idealisiert oder aber möglichst originalgetreu wiedergegeben werden. Hierbei wurde nicht mit einer Abformung des Gesichts gearbeitet (HELCK und WESTENDORF (12)).

Eine Ausnahme bildet die Mumienmaske. Zwar diente auch diese nicht einer Positivgewinnung durch Ausguß einer Negativform, doch sollten alle Gesichtszüge des Toten durch Anlage eines dünnen Bindewerks nachgebildet werden. Darüber wurde zur Festigung eine dünne Stuckschicht gegeben (HARTMANN (11)).

Ein Gesichtsabdruck von Toten oder Lebenden ist erstmals für die Hellenistische Zeit nachgewiesen (BERG et. al. (2)).

Für den im Römischen Reich weit verbreiteten Brauch der Gesichtsabformungen lieferte H. DERUP 1980 in seinem Artikel über Totenmasken und Ahnenbild bei den Römern einen wissenschaftlichen Überblick. Das Negativ wurde in früherer Zeit mit Wachs, in späterer Zeit mit Gips ausgegossen und diente insbesondere bei Begräbnissen dem Ahnenkult (DERUP (6)).

Seit dieser Zeit gab es immer wieder Perioden, in denen Gesichtsabdrücke häufig vorgenommen wurden, z.B. in der Renaissance (POHL (21)).

2. Herkömmliche Methode der Gesichtsabformung

2.1. Gesichtsabdruck von Toten

Die Arbeitsweise bei einem Gesichtsabdruck ist heute nur gering modifiziert, im Vergleich zum Vorgehen bei der Totenmaske im Römischen Reich (POHL (21), DERUP (6), KOLBE (17)).

Hierbei werden das Gesicht des Toten, insbesondere Augenbrauen, Wimpern und Haaransätze eingefettet und die gewünschten Ausmaße des Abdrucks durch Mullbinden begrenzt. Dann wird relativ dünnflüssiger Gips von etwa 4 mm Dicke aufgetragen. Dies geschieht zum einen, um eine möglichst genaue Abformung zu erreichen, zum anderen, um die Weichteile möglichst wenig zu verformen. Nachdem diese Schicht erhärtet ist, wird eine weitere, etwa 2 cm dicke Gipsschicht zur Stabilisierung aufgetragen. Beide Schichten verbinden sich und werden nach dem Erhärten vom Gesicht abgenommen. Der Ausguß, der wiederum mit Gips vorgenommen wird, erfolgt nach Konterisolierung (DERUP (6)).

2.2. Gesichtsabnahme von Lebenden

Bei der Arbeit an Patienten war es vorteilhafter, anstelle der dünnflüssigen Gipsschicht eine Alginatschicht aufzutragen. Die Verbindung zwischen Alginat und stabilisierendem Gips wird durch Mullbinden erreicht, die während des Erstarrens dem Alginat aufgelegt werden (INGLIS (13)).

Die Schicht aus Alginat beschränkt die Isolierung mit Fett auf die behaarten Gesichtsregionen und vermindert den Wärmestau des abbindenden Gipses. Durch die Elastizität von Alginat entfallen außerdem die Schwierigkeiten bei der Abformung untersichgehender Teile, wie im Bereich der Mandibula. Schließlich ist das Herausnehmen des Positivs wesentlich einfacher und ohne Zerstörung der Negativform möglich. Auf eine Konterisolierung kann sogar völlig verzichtet werden.

Diese hier angewandte Methode ist bei der Gesichtsepithesenherstellung im Handbuch der zahnärztlichen Praxis beschrieben. Die Atmung des Patienten wird durch in die Nase eingeführte dünne Plastikröhrchen (Einmal-Speichel-Sauger) ermöglicht (KUKULIES (19), PASCHKE (20), GUERNSEY (9)).

Die Abbildungen 1 - 4 verdeutlichen dieses Vorgehen.



Abb. 1: Das Gesicht des Patienten ist zur Abdrucknahme mit Vaseline eingefettet, die Ausmaße des Abdrucks sind durch Abdecken begrenzt.

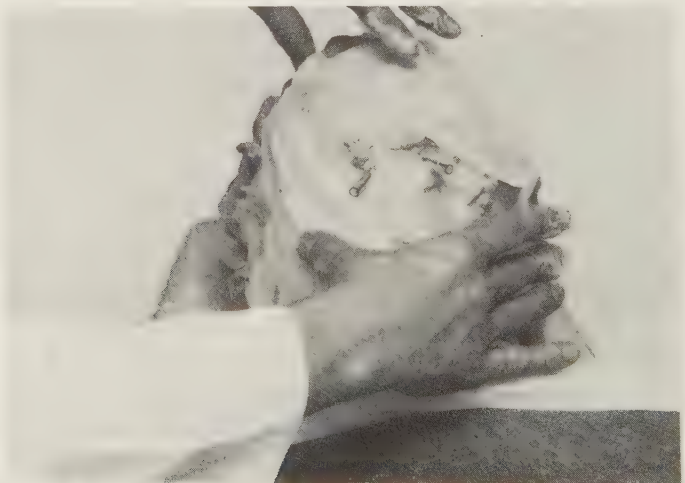


Abb. 2: Die Schicht aus Alginat ist bereits aufgetragen, während der Abbindephase werden zur Verbindung mit der Gipsschicht Mullbinden aufgelegt.



Abb. 3: Die stabilisierende Gipsschicht ist aufgetragen, die beiden Röhrchen ermöglichen die Atmung.



Abb. 4: Die Abdruckform wird abgenommen.

3. Problemstellung

3.1. Alginat-, Gipsmethode

Der große zeitliche Aufwand für Patient und Behandler ist nur ein Grund, weshalb Gesichtsabformungen in der Kieferorthopädie fast ausschließlich auf Teilabdrücke für Kinnkappen beschränkt bleiben. Die Behandlung mit extraoralen Gesichtsmasken (Abb. 5) im Sinne von DELAIRE (5) gehört aber heute zum festen Bestandteil der kieferorthopädischen Maßnahmen.

Die Unannehmlichkeiten, die von Patienten bei einem Ganzgesichtsabdruck mit Gips und Alginat ertragen werden müssen, mögen den Vorteil verdrängen, eine individuell extraorale Apparatur am Modell (DELAIRE et. al. (4)) anzufertigen, d.h. Drähte zu biegen und zu löten und Kunststoffschalen zur Abstützung anzupassen (Abb. 6).

Deshalb sollte geprüft werden, ob eine Ganzgesichtsabformung leichter vorzunehmen wäre. Sie sollte mit relativ geringem materiellen und zeitlichen Aufwand, hygienisch und ohne besondere Übung durchführbar sein. Es ist ein weiteres Kriterium, daß sie für den jungen Patienten annehmbar und bei Problempatienten (Spaltenpatienten etc.) anwendbar ist.



Abb. 5: Orthopädische Maske von DELAIRE (4), nach
Gesichtsabformung am Modell hergestellt

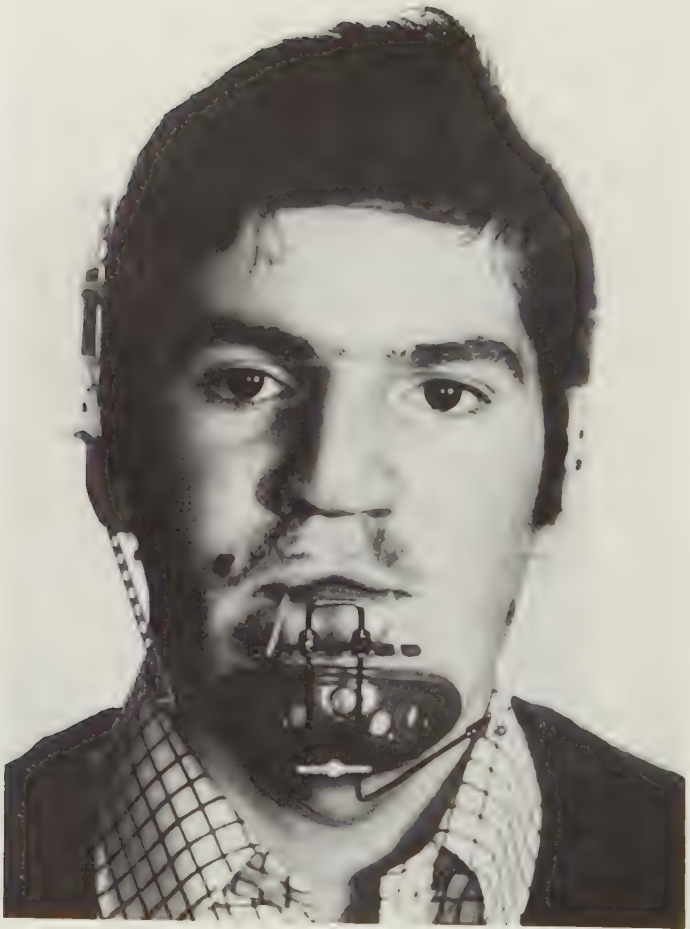


Abb. 6: Individuelle Kinnkappe von BARTELS, nach Kinn-
abformung am Modell hergestellt (BARTELS (1))

3.2. Thermoplastische Stoffe

Stoffe, die bei 40 - 45°C plastisch genug sind, um eine Abformung zu ermöglichen, bei ca. 30°C bereits wieder reversibel erstarren, stehen derzeit nicht zur Verfügung. Eine spezielle Entwicklung wäre auf Jahre gesehen - laut Wacker Chemie AG vom 4.6.1982 - denkbar (BRAUN (3)). Angesichts der unübersehbaren Kostenentwicklung und der Schwierigkeiten bei der Sterilisierung zur Wiederverwendung wurde dieser Weg verworfen.

3.3. Vakuummethode

Im Rettungsdienst werden Vakuummatratzen verwendet. Diese ermöglichen eine Ganz- bzw. Teilkörperschienung an Notfallpatienten mit inneren Verletzungen und Frakturen aller Art, da sie sich dem Körper anschmiegen und in dieser Form fixiert werden können (HAAGEN und STROBEL (10)).

Deshalb sollte getestet werden, ob mit einer Vakuummethode Gesichtsabformungen vorgenommen werden können.

Gestaltung des Kissens, Folienart, Füllstoff und Menge, Unterdruck und Vergleich mit Original bzw. herkömmlicher Methode waren die Aspekte, die geklärt werden sollten.

4. Entwicklung der Vakuummethode für Gesichts- abformungen

4.1. Beschreibung der Ausgangssituation

Die Vakuummatratze des Rettungsdienstes (HAAGEN und STROBEL (10)) war bei dieser Entwicklung richtungsweisend. Deshalb folgt zum besseren Verständnis eine kurze Beschreibung:

Diese Vakuummatratzen entsprechen in Form und Größe einer Krankentrage, ihre Hülle besteht aus gummiertem Tuch oder Kunststoffolie. Sie sind etwa zur Hälfte mit Hartschaumkügelchen im Durchmesser zwischen 2 mm und 8 mm gefüllt. Bei geöffneten Ventilen ist die Vakuummatratze weich und leicht verformbar, so daß sie sich dem Körper des Notfallpatienten anlegt. Die zwischen den Füllkörpern befindliche Luft wird mittels einer Vakuumpumpe abgesaugt, so daß der äußere Luftdruck die Matratzenfüllung immer stärker verdichtet und somit verhärtet. Durch das Ausmaß des Absaugens wird der Grad der Luftleere im Inneren, also die Härte der Matratze, geregelt. Dies reicht je nach Indikation von einer leichten Stützung bis zur völligen Fixierung.

Da im luftevakuierten Inneren ein Verschieben der Füllkörper gegeneinander nicht mehr möglich ist, kann die Vakuummatratze auch in der Form eines Tragesessels, einer Knie- oder Rückenstütze fixiert werden (KÖRNER (18)).

4.2. Kissenhülle

4.2.1. Material

Analog der Matratze wurde eine Kissenform gewählt.

In dieser Entwicklung wurde mit Vakuumkissen aus Gummituch und PVC*-Folie gearbeitet. Der PVC-Folie mußte der Vorzug gegeben werden, denn sie eignet sich sowohl zum Schweißen und damit zur einfachen Herstellung einer Kissenform als auch zum Tiefziehen**. Letzteres stellte sich im Rahmen der Vorversuche, wie später zu sehen ist, als notwendig heraus.

4.2.2. Hygiene

Eine hygienische Reinigung von diesem Kissenmaterial kann mit Seifenwasser, Benzin und Alkohol erfolgen.

4.3. Kissengröße

Die Ausmaße der vom Abdruck gewünschten Gesichtsareale betragen ca. 26 x 15 x 12 cm. Eine Kissengröße von 50 x 40 x 15 cm stellte sich als geeignet heraus, genügend Füllmaterial unterzubringen und ausreichend handlich zu sein.

* PVC = Polyvinylchlorid

** Tiefziehen = Thermoplast. Verformung mit Vakuum

4.4. Folienmaterial und Stärke

Die Bodenfläche und die Seitenflächen haben bezüglich ihrer Folienstärke untergeordnete Bedeutung. Für eine ausreichende Stabilität wurde eine Stärke von 0,50 mm gewählt. Die Deckfläche muß sich den schwierigen Konturen des Gesichtes anschmiegen, ihrer Folienstärke kommt deshalb große Bedeutung zu.

Getestet wurden folgende Folienstärken:

0,50 mm	PVC	weich
0,30 mm	"	"
0,15 mm	"	"
0,10 mm	"	"
0,08 mm	"	"

Bei der Testreihe stellte sich heraus, daß die bei den Vakuummatratzen gebräuchlichen Folienstärken von 0,80 mm bzw. 0,50 mm für Gesichtsabformungen nicht geeignet sind. Bei Abformungen mit diesen Stärken waren die Konturverpressungen der Weichteile und die Faltenbildung zu stark.

Die Ergebnisse wurden bei geringeren Folienstärken zunehmend besser, so daß grundsätzlich gesagt werden kann: Je dünner die Folie gewählt wird, desto genauer ist das Abdruckergebnis.

Diese Aussage wird allerdings dadurch eingeschränkt, daß bei zu geringer Stärke, durch die mechanische Beanspruchung des Kissens beim Abdruck und das Gewicht der Füllung beim Transport, sowie durch thermische und mechanische Einwirkung beim Ausguß mit Gips, Löcher auftreten. Die Stärke kann also nicht beliebig reduziert werden.

In der nachfolgenden Übersicht ist die jeweils günstigste Folienstärke für die einzelnen Füllungen aufgeführt:

Hartschaumkügelchen	0,1 mm
Sand	0,5 mm
Polyurethan	0,2 mm
Rohgranulat *	0,2 mm
Hartschaumkügelchen-	
Rohgranulatgemisch	0,1 mm

*Rohgranulat: Pulverförmiger Ausgangsstoff für das Hartschaummaterial

4.5 Vorformung

Erst jene Versuche zeigten positive Erfolge, bei denen die Deckfolie des Vakuumkissens vor der Verarbeitung zu einem Kissen mit Hilfe eines Phantomkopfes* tiefgezogen, also vorgeformt wurde. Ohne vorgeformte Deckfolien waren die Faltenbildung im Modell und die Weichteilverpressung des Gesichts so groß, daß Vergleichsmessungen keine akzeptablen Ergebnisse versprachen.

Durch den Vorgang des Tiefziehens wird die Folienstärke stellenweise verjüngt. Somit mußte die unter mechanischer und thermischer Beanspruchung ermittelte Folienstärke um 0,05 mm dicker gewählt werden.

Hartschaumkügelchen	0,15 mm
Sand	0,55 mm
Polyurethan	0,25 mm
Rohgranulat	0,25 mm
Hartschaumkügelchen- Rohgranulatgemisch	0,15 mm

4.6. Kissenfüllung

Hartschaumkügelchen, Sand, Polyurethan, Rohgranulat und Gemische dieser Stoffe wurden als Füllungsmaterialien der Kissen erprobt.

* Phantomkopf: Modell eines mittelgroßen Gesichts, das mit Alginat-Gipsabformung hergestellt wurde und beim Tiefziehen formgebend war

4.6.1. Hartschaumkügelchen

In den Vakuummatratzen des Rettungsdienstes besteht die Füllung aus Hartschaumkügelchen, unter dem Handelsnamen Styropor^R bekannt. Es handelt sich je nach Ausführung um feinkörniges Granulat mit 2 - 3 mm Durchmesser bzw. um grobkörniges Granulat mit 5 - 8 mm Durchmesser. In dieser Versuchsreihe wurden bei den Kissenfüllungen folgende Granulatgrößen erprobt: 5,0 mm, 3,0 mm, 1,5 mm, 1,0 mm, 0,5 mm. Die erzielten Ergebnisse zwischen den Größen 5,0 mm, 3,0 mm, 1,5 mm, 1,0 mm wiesen eine deutliche Verbesserung der Abdruckgenauigkeit bei jeweils kleinerem Durchmesser auf. Zwischen 1,0 mm und 0,5 mm war ein Unterschied nicht mehr nachweisbar. So wurde die Kugelgröße von 1,0 mm verwendet.

Die Eigenschaft, daß dieses Material geschäumt und damit kompressibel, da es luftgeschäumt ist, führte jedoch insgesamt noch zu keinen reproduzierbaren Ergebnissen.

Bei den Matratzen des Rettungsdienstes wird eine breitflächige, relativ flache Schienung oder Stützung des Körpers angestrebt. Hierbei wirkt sich diese Materialeigenschaft nicht nachteilig aus. Anders verhält es sich bei dem hier vorgebrachten Wunsch, einen kleinflächigen, stark konturierten Abdruck des Gesichts zu gewinnen. Also wurden zunächst nicht kompressible Füllstoffe getestet.

4.6.2. Sand

Zwar drückt Sand die Folie dem Gesicht auch an schwierig abzuformenden Partien gut an, aber durch sein hohes spezifisches Gewicht kommt es insgesamt zu einer ausgeprägten Weichteilverschiebung. Ein Vakuumkissen mit dieser Füllung hätte auch ein Gewicht von mehr als 40 kg und wäre damit unhandlich. Außerdem müßte aus Gewichtsgründen die ungünstige Stärke von mindestens 0,55 mm Deckfolie gefordert werden.

4.6.3. Polyurethan

Bei erbsenförmigen, ca. 4 mm großen Polyurethan-körperchen war weniger der großporige Abdruck von Nachteil, vielmehr ebenfalls das Gesamtgewicht und die damit verbundene Weichteilverpressung.

4.6.4. Rohgranulat

Styroporrohgranulat mit wesentlich geringerem spezifischen Gewicht als Sand und einem Kugeldurchmesser von 0,015 mm hat durch seine glatte Oberfläche hervorragende Gleiteigenschaften bei der Verdrängung durch das abzuformende Gesicht. Die Kräfte, die zur Verformung der Weichteile führen, lagen dadurch wesentlich niedriger und zeigten deutlich bessere Ergebnisse als Füllungen mit Sand oder Polyurethan. Doch auch hier waren das hohe Gesamtgewicht des Kissens mit einer solchen Füllung und die daraus zu fordernde Folienstärke von Nachteil.

4.6.5. Hartschaumkügelchen - Rohgranulat - Gemisch

Um einerseits das geringe Gewicht der Styroporkügelchen, andererseits die Formbeständigkeit und guten Gleiteigenschaften des Styroporrohgranulats auszunutzen, wurde eine Mischfüllung von 6 : 1 Volumenanteilen hergestellt. Das Gewicht dieser Füllung beträgt 2.700 g und ermöglicht somit die Verwendung dünner Folien. Die Eigenverformung der Füllung setzt bei deutlich höherem Unterdruck ein (siehe Kap. 4.9.).

4.7. Füllmenge

Bei der Produktbeschreibung der Vakuummatratzen wird angegeben, daß diese etwa zur Hälfte mit Hartschaumkügelchen gefüllt sind (KÖRNER (18)). Dies brachte keine befriedigenden Ergebnisse. Die geeignete Füllmenge des Kissens ergab sich anhand einer Versuchsreihe. Die richtige Menge kann danach folgendermaßen berechnet werden:

Gesamtvolumen des Kissens	30.000 cm ³
minus 20%	6.000 cm ³
minus Volumen des abzuformenden Gesichtes	2.000 cm ³
ergibt notwendige Füllmenge	22.000 cm ³

Bei der ermittelten Kissengröße von 50 x 40 x 15 cm muß also ca. 3/4 des Gesamtvolumens mit Material gefüllt werden.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß dies ein Maß mit großer Toleranz ist. Bei verschiedenen Gesichtsgrößen oder -formen ist in keiner Weise eine Änderung der Füllmenge erforderlich.

4.8. Vakuumpumpe

Zum Absaugen der Luft aus dem Inneren des Kissens werden im Lehrbuch des Bayerischen Roten Kreuzes je nach Einsatzgebiet Handvakuumpumpen, elektrische Absauganlagen der Rettungsfahrzeuge oder Fußabsauganlagen empfohlen (KÖRNER (18)).

Bei dieser Arbeit fand eine elektrisch betriebene, transportable Vakuumpumpe mit einer Leistung von 2 atü Verwendung.

4.9. Druckregulierung

Wie bei den Füllungsmaterialien (Hartschaumkügelchen bzw. Gemischen mit diesen) bereits erwähnt, kam es durch die Eigenkompressibilität des Füllungsmaterials zu Weichteilverformungen während des Absaugens der Luft aus dem Vakuumkissen.

Es galt nun, herauszufinden, ob es für den Unterdruck eine Größe gibt, bei dem die Eigenverformbarkeit des Füllstoffes vernachlässigbar gering gehalten werden kann, der Fixierungsgrad des Kissens aber ausreichend ist, um mit Gips ausgießen zu können.

Um einen kontrollierbaren Unterdruck herzustellen, wurde ein Ventil zum Verschließen des Kissens bei erreichtem Druck und ein Manometer zur Direktkontrolle zwischen Vakuumpumpe und Kissen geschaltet.

Bei -0,8 bar war für die Füllung aus Hartschaumkügelchen diese Voraussetzung erfüllt. Das Füllungsgemisch erwies sich im Bereich zwischen -0,9 bar und -1,2 bar als geeignet.

Bei einem Toleranzbereich von 0,3 bar Druckunterschied muß der Ventilschluß des Kissens während des Absaugens der Luft nicht so zeitgenau erfolgen. Zwischen der Abformung des Gesichtes, dem Ausgießen und Abbinden des Gipses vergehen je nach Arbeitstempo und Gipsart 4 - 10 Minuten (bei den Versuchen bedingt durch das Anbringen von Meßpunkten oft bis zu 20 Minuten). In dieser Zeit muß der richtige Unterdruck gehalten werden. Dies war ein weiterer Grund, dem Füllungsgemisch aus Hartschaumkügelchen und deren Rohgranulat den Vorzug zu geben, weil der hier gegebene Toleranzbereich geringe Druckschwankungen zuläßt.

4.10. Meßgerät

4.10.1. Aufbau

In Abb. 7 wird das Meßgerät gezeigt, das Verwendung fand beim Abtasten der Meßlinien zum Vergleich und zur graphischen Darstellung. Es wurde während der Messungen auf einem Fotostativ montiert.

Das Meßgerät gleicht einem Kreuz mit 25 cm bzw. 28 cm Balkenlänge. Die kürzere, im folgenden als Querbalken bezeichnete Achse, wird von zwei ca. 12 cm langen Metall-Leisten gebildet. Diese sind an der Mitte der Längsachse jeweils rechts und links befestigt. In diesen Metall-Leisten befinden sich 40 Bohrungen im Abstand von 2,5 mm zur Führung von 1,5 mm dicken Stahlstiften.

Aufgabe des Querbalkens ist es, das Meßgerät bei Vergleichsmessungen unter dem gleichen Winkel entsprechenden Meßhilfspunkten räumlich so zuzuordnen, daß vergleichbare Profillinien abgetastet werden können.

Die Längsachse stellt den eigentlichen Meßkamm dar, mit dem die Profilkurven aufgezeichnet werden. Hier liegen 150 einzeln verschiebbare Stahlstifte von 1,5 mm Durchmesser und 22 cm Länge nebeneinander. Diese dienen als Meßfühler und befinden sich zwischen zwei 4 cm breiten Metallplatten. In eine dieser Platten sind 150 Führungsrillen eingraviert. Damit die Stifte mit etwa gleichem Druck in diesen Führungsrillen gehalten werden, ist die andere Metallplatte mit Schaumstoff belegt. Beide Platten sind über Schrauben miteinander verbunden.

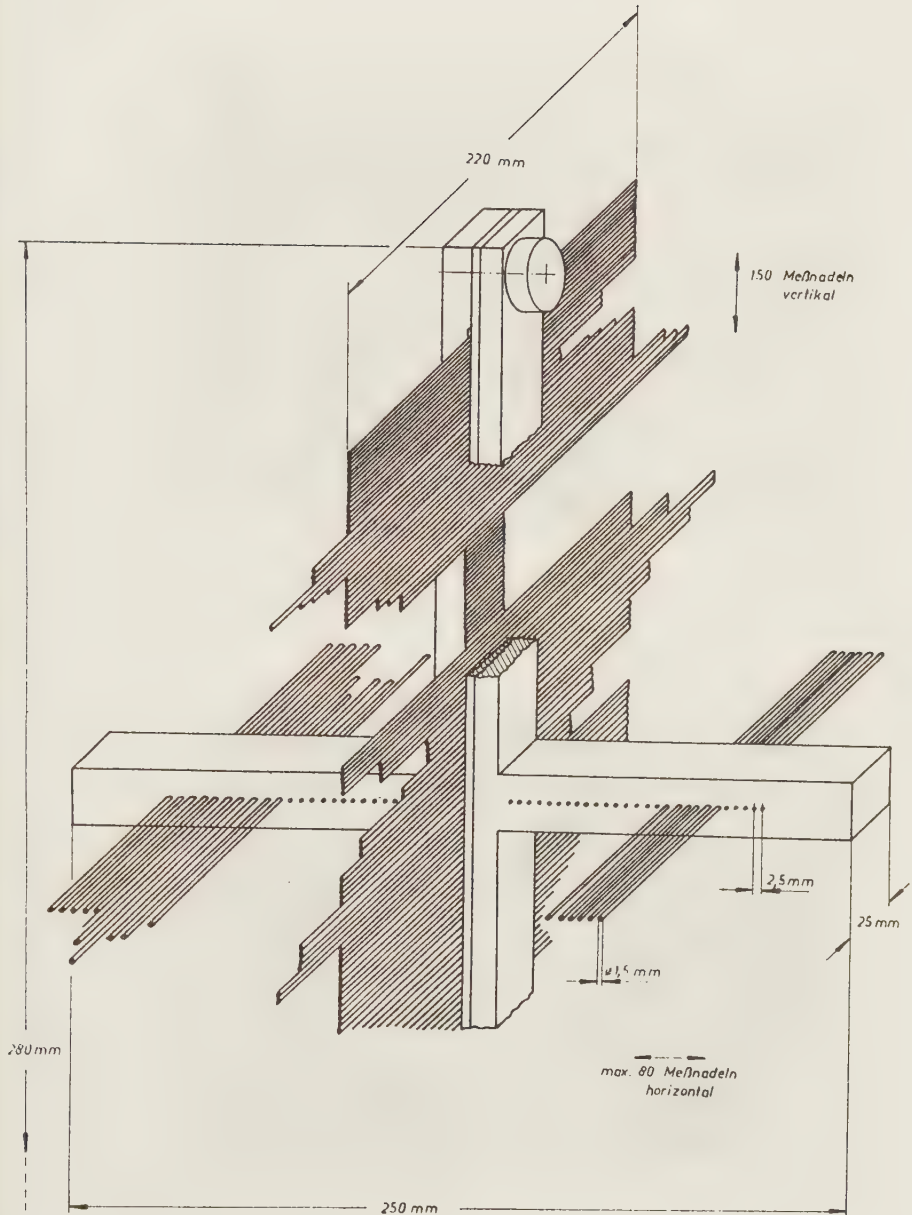


Abb. 7: Meßgerät

4.10.2. Anwendung

Während des Meßvorgangs werden die Schrauben gelockert, danach können die Meßfühler leicht verschoben und die Profilkurven eingestellt werden. Zur Übertragung werden die Schrauben angezogen, die Stifte bleiben in ihrer Position fixiert. Zuvor wird das Meßgerät mit Hilfe der in dem Querbalken befindlichen Stahlstifte auf dem Stativ in definiertem Winkel und Abstand über dem Gesicht bzw. Abdruck in Position gebracht (Abb. 8-11).

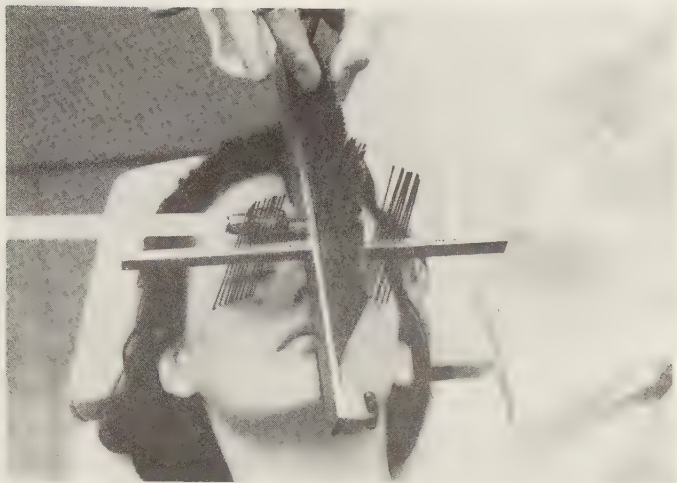


Abb. 8: Das Meßgerät wurde mit Hilfe des Querbalkens in Position gebracht.



Abb. 9: Eine Profilkurve des Patienten wurde eingestellt.



Abb. 10: Am Alginatmodell wird eine vertikale Profilkurve abgetastet.

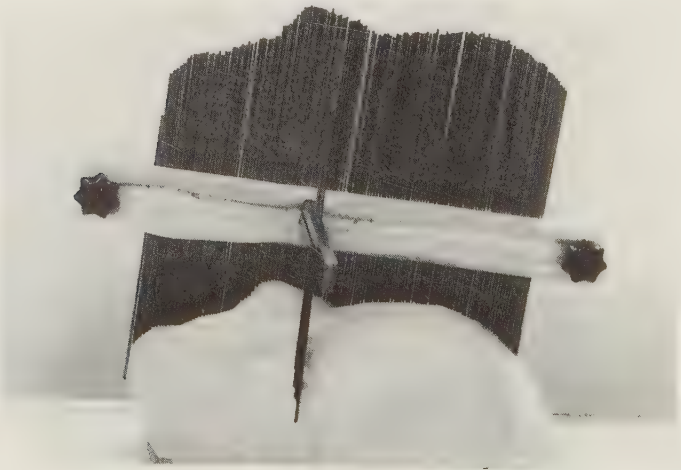


Abb. 11: Am Vakuummodell wird eine sagittale Profilkurve abgetastet.

4.11. Meßmethode

Um die Übereinstimmung bzw. Abweichung von Abdruck und Modell zu erfassen, können beliebig viele Meßlinien aufgestellt werden.

Stirn, Schläfen, Nasenrücken, Kinn, Jochbein und Unterkiefer waren die Gesichtsbezirke, welche im Rahmen dieses Vorhabens von besonderer Bedeutung waren. Bei den Vorversuchen wurde zunächst mit 10 Meßlinien das Ergebnis kontrolliert (Abb. 12).

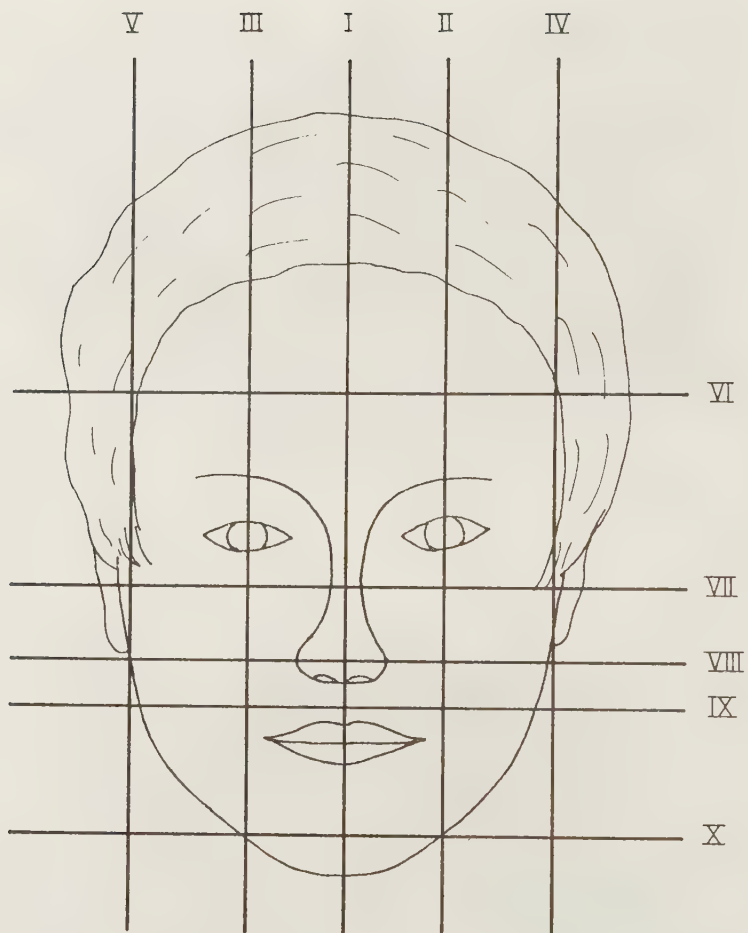


Abb. 12: Gesicht mit 10 Meßlinien

Beschreibung der 10 Meßlinien in Abb. 12:

- I.: Sagittale Meßlinie in der Medianen
- II.: Parallele zu I, sagittale Meßlinie durch
 die Pupille des rechten Auges
- III.: Parallele zu I, sagittale Meßlinie durch
 die Pupille des linken Auges
- IV.: Vertikale Meßlinie auf der linken Ge-
 sichtsseite, ca. 2 cm dorsal des lateralen
 Orbitalrandes von der Schläfe zum Kiefer-
 winkel
- V.: Vertikale Meßlinie auf der rechten Ge-
 sichtsseite, ca. 2 cm dorsal des lateralen
 Orbitalrandes von der Schläfe zum Kiefer-
 winkel
- VI.: Horizontale Meßlinie auf der Stirn, ca.
 3 cm oberhalb des Nasions
- VII.: Parallele zu VI, horizontale Meßlinie über
 die Mitte des knöchernen Nasenrückens
- VIII.: Parallele zu VI, horizontale Meßlinie auf
 Höhe der Nasenspitze (Pronasale)

IX.: Parallele zu VI, horizontale Meßlinie
 zwischen Nase (Spina nasale ant.) und
 Oberlippe (Labrale sup.)

X.: Parallele zu VI, horizontale Meßlinie auf
 Höhe der Kinnspitze

Die Linien I - III tasten das Gesicht sagittal, IV und V vertikal und VI - X horizontal ab. Ihre Anordnung ist in Abb. 4 zu ersehen.

Bei der Entwicklung dieser Vakuummethode lag der Schwerpunkt darin, ein Gesichtsmodell für die Anfertigung extraoralabgestützter, kieferorthopädischer Apparaturen herzustellen. Unter diesem Aspekt ist die Darstellung von Stirn, knöchernem Anteil der Nase, Schläfen, Jochbein sowie Kinnregion von vorrangiger Bedeutung.

Um diese Bereiche zu erfassen und eine übersichtliche Beurteilung zu ermöglichen, wurde die Zahl der Meßlinien auf eine sagittale und zwei vertikale Profilkurven reduziert (siehe Abb. 13).

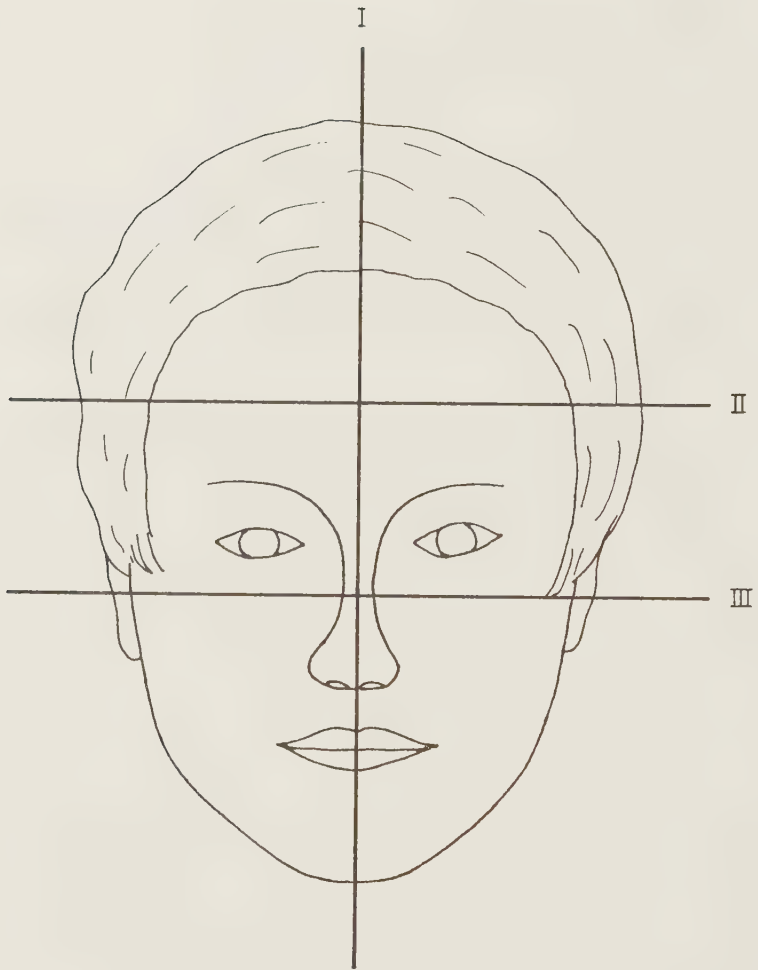


Abb. 13: Gesicht mit 3 Meßlinien

Beschreibung der 3 Meßlinien in Abb. 13:

- I.: Sagittale Meßlinie in der Medianen
- II.: Horizontale Meßlinie auf der Stirn, ca.
 3 cm oberhalb des Nasions
- III.: Horizontale Meßlinie über die Mitte des
 knöchernen Nasenrückens

Ursprünglich sollte die Vakuummethode der Gips- bzw. Alginatabformung gegenübergestellt werden. Es zeigte sich jedoch, daß auch bei der herkömmlichen Methode durch das Gewicht des Abformmaterials Weichteilverpressungen auftreten. Dies ist der Abb. 14 zu entnehmen, in der Profilkurven vom Original und vom Modell, nach der bekannten Methode hergestellt, miteinander verglichen wurden.

Den Vergleich mit einer, wenn auch allgemein bekannten, aber nicht ganz exakten Methode für die Beurteilung der neuen Arbeitsweise heranzuziehen, erschien nicht sinnvoll. Deshalb wurden die Profilkurven von Modellen der Vakuumabformung zusammen mit dem Profilverlauf, der direkt am Gesicht abgetastet wurde, dargestellt.



Abb. 14: Profilkurve vom Original und Profilkurve vom Alginatmodell (gestrichelt).

5. Ergebnisse

5.1. Beschreibung der entwickelten Vakuummethode

5.1.1. Geräte und deren Anordnung bei der Abdrucknahme

Das Vakuumkissen für die Gesichtsabformung hat die Abmessungen von 50 x 40 x 15 cm. Es ist aus PVC-Folie von 0,5 mm Stärke an den Seitenflächen und der Bodenfläche gefertigt. Die Deckfläche, die der eigentlichen Abdrucknahme dient, besteht aus einer 0,15 mm starken PVC-Folie. Diese ist durch Tiefziehen mittels eines Phantomgesichtes vorgeformt.

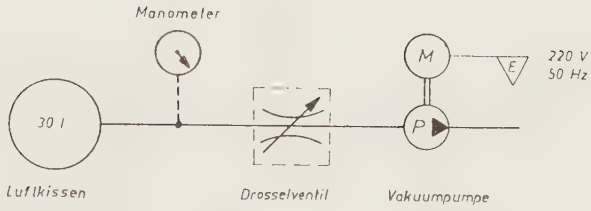
Das Kissen hat eine Füllung aus einem Gemisch von Styropor^R-Kügelchen und Styropor^R-Rohgranulat mit 0,5 mm bzw. 0,015 mm Durchmesser im Volumenverhältnis 6 : 1. Die Füllmenge beträgt etwa 3/4 des Kissen-gesamtvolumens.

Bei der Abdrucknahme wird das Kissen zum Absaugen der Luft an eine Vakuumpumpe angeschlossen, die einen Unterdruck von 0,9 - 1,2 bar herstellt.

Der Druck wird über ein Ventil geregelt und an einem Manometer abgelassen.

Abb. 15 zeigt eine Übersicht dieser Geräteanordnung.

Schaltschema :



Versuchstisch :

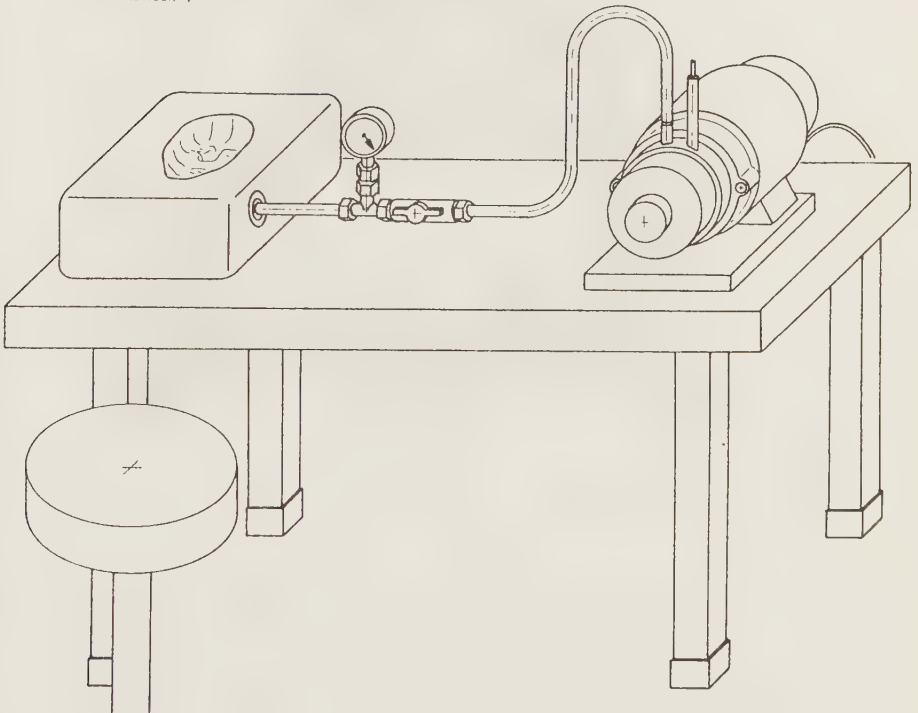


Abb. 15: Schaltschema und Versuchsaufbau.

5.1.2. Durchführung der Abdrucknahme

Der Patient sitzt vor einem Tisch, auf dem das Vakuumkissen liegt (Abb. 16). Er umfaßt dieses seitlich mit beiden Armen, beugt sich vor und hält den Atem an.



Abb. 16: Patient bei der Abdrucknahme mit der Vakuummethode.

Unter leichten Bewegungen sowohl zur Seite als auch vor und zurück drückt er mit leichtem Druck sein Gesicht in den vorgeformten Bereich der Deckfolie. Dabei müssen sich die Zähne in habitueller Okklusion befinden.

Hat der Patient das Gefühl, daß das Kissen seinem Gesicht gut anliegt, so hält er in der Bewegung inne. Für den Behandler oder seine Helferin ist dies das Zeichen, die Vakuumpumpe einzuschalten.

Nach ca. 4 Sekunden ist der Unterdruck von 0,9 - 1,2 bar erreicht. Das Ventil wird geschlossen und der Patient kann seinen Kopf wieder zurücknehmen.

Im luftevakuierten Inneren sind die Füllkörper des Kissens nicht mehr verschieblich, somit ist der Gesichtsabdruck fixiert.

Zur Kontrolle bittet man den Patienten nochmals, sein Gesicht in die Abdruckform zu geben und fragt ihn, ob es an den Gesichtspartien, auf die es ankommt, wirklich anliegt. Bestätigt er dies, wird das Negativ mit Gips ausgegossen. Bei kurzer Abbindezeit (Abdruckgips nach Dr. Kühn) kann das fertige Gipsmodell nach 1 1/2 - 2 Minuten herausgenommen werden.

Die Abb. 17-18 zeigen das Originalgesicht und das Modell, welches nach der Alginat-Gips-Methode hergestellt wurde. Zum Vergleich sind in den Abb. 19-20 zwei Modelle abgebildet, die mit der Vakuummethode abgeformt wurden. Das Modell in Abb. 20 zeigt eine auffällige Faltenbildung, die durch die Folie bedingt ist und sich manchmal nicht vermeiden läßt. Wenn der Gips an dieser Stelle abgetrimmt wird, ist dieses Modell ebenfalls zu verwenden.



Abb. 17: Gesicht des Patienten.



Abb. 18: Modell nach der herkömmlichen Methode.

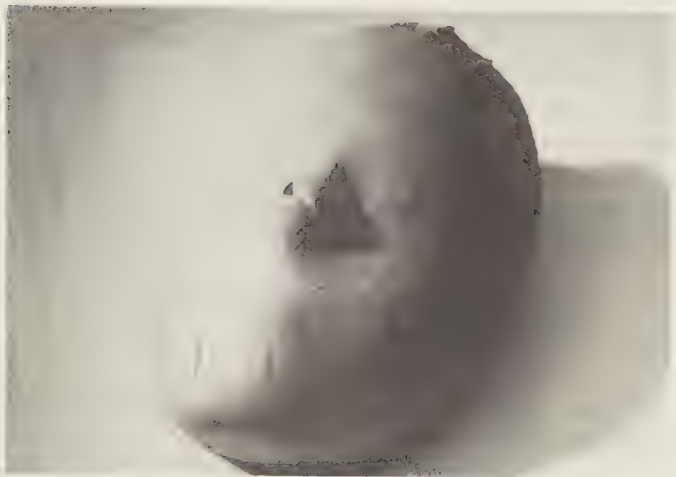


Abb. 19: Modell nach der Vakuummethode.



Abb. 20: Modell nach der Vakuummethode mit Faltenbildung.

5.2. Auswertung

Von insgesamt 32 Probanden wurden je drei Gesichtsprofilkurven mit dem unter Punkt 4.10. beschriebenen Meßgerät abgetastet:

- a) eine sagittale Meßlinie in der Mitte des Gesichtes, von der Stirn über den Nasenrücken zum Kinn,
- b) eine vertikale Linie über die Stirn, ca. 3 cm oberhalb des Nasions,
- c) eine vertikale Linie, ca. 0,5 cm unter den Infra-orbitalpunkten

Die entsprechenden Linien wurden von Modellen, die mit der Vakuummethode hergestellt wurden, erfaßt und den Originalprofilkurven gegenübergestellt bzw. überlagert. In den Abbildungen 21-25 sind fünf für die Untersuchung typische Ergebnisse graphisch dargestellt.

Zur Dokumentierung der Reproduzierbarkeit wurden von den Probanden jeweils zwei Abdrücke mit Kissen vorgenommen.

Die Überlagerten Kurven zeigen in einigen Bereichen deutliche Abweichungen, in anderen Bereichen geringe oder keine Abweichungen. Auf ihre Interpretation soll im Rahmen der Diskussion näher eingegangen werden.

Abb. 26 gibt eine skizzierte Wiedergabe der Gesichtsbereiche, in denen der Abdruck der Genauigkeit für die Anfertigung einer Gesichtsmaske nach DELAIRE (4, 5) entspricht.



Abb. 21 a: links Profilkurve I vom Original und vom
Vakuummodell (gestrichelt),
daneben Vergleich zweier Vakuummodelle
[Proband M.D.].



Abb. 21 b: Profilkurve II vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt) [Proband M.D.].



Abb. 21 c: Profilkurve III vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt) [Proband M.D.].



Abb. 22 a: links Profilkurve I vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt), daneben Vergleich zweier Vakuummodelle [Proband P.B.].



Abb. 22 b: Profilkurve II vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt) [Proband P.B.].



Abb. 22 c: Profilkurve III vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt) [Proband P.B.].



Abb. 23 a: links Profilkurve I vom Original und Vakuummodell (gestrichelt), daneben Vergleich zweier Vakuummodelle [Proband G.R.].



Abb. 23 b: Profilkurve II vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt) [Proband G.R.].



Abb. 23 c: Profilkurve III vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt) [Proband G.R.].



Abb. 24 a: links Profilkurve I vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt), daneben Vergleich zweier Vakuummodelle [Proband H.R.].



Abb. 24 b: Profilkurve II vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt) [Proband H.U.].



Abb. 24 c: Profilkurve III vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt) [Proband H.U.].



Abb. 25 a: links Profilkurve I vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt), daneben Vergleich zweier Vakuummodelle [Proband E.F.].



Abb. 25 b: Profilkurve II vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt) [Proband E.F.].



Abb. 25 c: Profilkurve III vom Original und vom Vakuummodell (gestrichelt) [Proband E.F.].

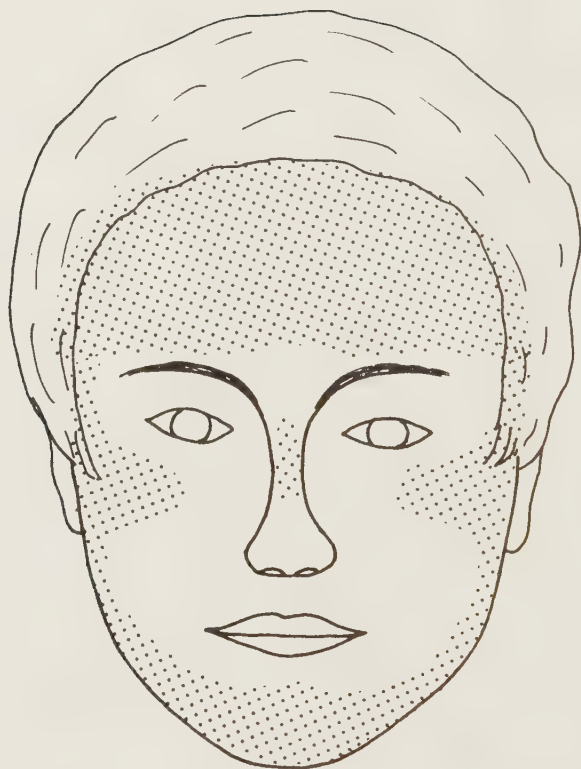


Abb. 26: Gesichtsbereiche, in denen die Abdruckgenauigkeit für Gesichtsmasken nach DELAIRE ausreichend ist.

6. Diskussion

Im Kapitel 2. wird die Methode beschrieben, mit der heute Gesichtsabformungen vorgenommen werden (GUERNSEY (9), INGLIS (13), KUKLIES (19), PASCHKE (20)). Das Vorgehen ist geringfügig modifiziert und für den Abdruck am Patienten besser geeignet, im Vergleich zur Arbeitsweise bei Totenmasken (DERUP (6), POHL (21), KOLBE (17)).

Gesichtsmodelle werden auf medizinischem Sektor, z.B. bei der Herstellung von Epithesen für Gesichtsdefekte, verwendet (GUERNSEY (9), KUKLIES (19), PASCHKE (20)). DEWEY (7) beschreibt die Anwendung im Rahmen schädelbezogener Zuordnung von Kiefermodellen. Er möchte damit ein von ANGLE entwickeltes System verbessern.

Obgleich DELAIRE (4) die Gesichtsabformung für individuelle Gesichtsmasken bei der kieferorthopädischen Behandlung vorschlägt, wird diese in der Praxis selten durchgeführt (Umfrage bei 30 Kieferorthopäden in München im Februar 1983). Begrenzt bleibt der Gesichtsabdruck auf Teilabformungen für individuelle Kinnkappen (BARTELS (1)).

Die Gesichtsmodelle bieten die Möglichkeit, in Abwesenheit des Patienten Drähte individuell zu biegen und zu löten und Kunststoffschalen anzupassen. Der zeitliche Aufwand und die insbesondere für den jungen Patienten nahezu unzumutbaren Schwierigkeiten bei dem herkömmlichen Abdruckverfahren mögen der Grund sein, diesen Vorteil nicht zu nutzen.

Da die Paßgenauigkeit und der Tragekomfort einer extraoralen kieferorthopädischen Apparatur die exakte Dosierung (DELAIRE (4)) einerseits und die Motivation des Patienten andererseits begünstigt, sollten die Möglichkeiten der Modellherstellung mit einer Vakuummethode überprüft werden.

In den vorangestellten Kapiteln wurde die Diskussion der verschiedenen Entwicklungsschritte, die zur vorliegenden Methode führten, zum besseren Verständnis und zur Übersicht vorweggenommen. Hier sollen nur die Schwerpunkte und die Methode insgesamt diskutiert werden.

Für diese Methode stellte sich ein Kissen in der Größe von 50 x 40 x 15 cm als geeignet heraus. Die Form wurde analog zur Vakuummatratze (KÖRNER (18)) gewählt. Die Größe ist handlich und bietet Raum für eine ausreichende Füllmenge. Bei etwa 3/4 Füllung hat das Gesicht zur Abformung genügend Platz.

Bodenfläche und Seitenflächen werden mit 0,50 mm Stärke stabil gewählt. Die Deckfolie muß wegen geringer Weichteilverpressung und Faltenbildung vorgeformt und möglichst dünn sein. Unter Berücksichtigung der thermischen und mechanischen Beanspruchung wird eine PVC-Folie von 0,15 mm Stärke empfohlen.

Das Füllungsmaterial sollte möglichst klein und leicht sein. Hartschaumkügelchen von 1,0 mm Durchmesser erfüllen diese Forderungen, sind aber kompressibel. Diese negative Eigenschaft wird durch eine Beimischung von Rohgranulat kompensiert. Vor jeder Anwendung muß das Kissen zur Mischung der Füllstoffe durchgeschüttelt werden.

Der Unterdruck muß so gewählt werden, daß eine formstabile Fixierung, aber möglichst geringe Weichteilverpressung garantiert werden. Ein Vakuum von 0,9 - 1,2 bar entspricht dieser Anforderung. Somit ist die Anwendung der üblichen Vakuumanrührgeräte in den Praxen möglich.

Die herkömmliche Abdruckmethode mit Gips und Alginat wurde an 32 Probanden zum Vergleich mit der Vakuummethode durchgeführt.

Wegen Angstgefühlen bzw. Unwohlsein (Niesen, Husten, Juckreiz, Muskelverspannungen) mußten 9 Versuche abgebrochen werden. Nur 4 Personen empfanden diesen Vorgang nicht als äußerst unangenehm und beklemmend.

Abhängig von der Arbeitsweise vergehen mit der Gips-Alginatmethode mindestens 30 Minuten, bis das Modell fertig ist.

Auch unter Berücksichtigung, daß bei der Vakuummethode ein Abdruck 2 - 3 mal wiederholt werden muß, bis der Patient das Anliegen der Folie an der gewünschten Gesichtsregion bestätigt, ist das Verfahren nach 5 Minuten beendet.

Nur ein Proband befand diese Methode als unangenehm. Das Gesichtsmodell konnte aber dennoch angefertigt werden, nicht so mit der herkömmlichen Methode, die abgebrochen werden mußte.

Kindern, die sich zu Versuchen bereiterklärten, bereitete das Verfahren keinerlei Schwierigkeiten. Die Auswertung dieser Modelle konnte jedoch nicht erfolgen, da die Vergleichsuntersuchungen mit der bekannten Gesichtsabformung und die langwierigen Messungen Kindern nicht zugemutet werden sollten.

Die Gesichtsabformung mit der Vakuummethode wurde ebenfalls an 32 Probanden vorgenommen.

Dabei werden einzelne Gesichtspartien unterschiedlich genau wiedergegeben. Das Nasion, die weichen Anteile der Nase, die Mundregion und die Bereiche seitlich der Nase weichen von den, am Gesicht direkt abgetasteten Profilkurven stark ab. Für die Dokumentation in der Kieferorthopädie und die Herstellung von Epithesen kann diese Methode daher nicht in Betracht gezogen werden.

Kinn, Unterkiefer, Stirn, knöcherne Nasenrücken und Jochbögen zeigen geringe bzw. keine Abweichungen. Die Abweichungen sind durch das Verhalten der Weichteile bedingt, dürften aber unerheblich sein. Der flächenhafte Druck auf diese Bereiche bei der Abformung entspricht in etwa den Kräften, die bei extraoraler Abstützung ebenfalls auftreten. Auch bei der herkömmlichen Methode zeigen sich diesbezüglich Abweichungen, hervorgerufen durch das Gewicht des Abdruckmaterials.

Die Vakuummethode scheint somit für individuelle Kinnkappen und Gesichtsmasken nach DELAIRE geeignet.

Die Praxis muß dies belegen, denn Meßlinien können nur tendenzweisend sein. Die Messung am Original erfolgt ohne Druck auf die Weichteile, ein Abdruck, gleich welcher Art, erfolgt niemals drucklos.

7. Zusammenfassung

Der Autor hat in dieser Arbeit den Vorteil eines Gesichtsmodells für die Herstellung einer Gesichtsmaske nach DELAIRE und die Schwierigkeiten der damit notwendigen Gesichtsabformung aufgezeigt.

Die herkömmliche, zeitaufwendige Methode eines Gesichtsabdrucks mittels Gips bzw. Alginat und Gips findet wegen der damit verbundenen Probleme (Beklemmungen, Atemnot, Juckreiz) praktisch kaum Anwendung. Es wird deshalb die Entwicklung einer Vakuummethode dargestellt. Material und Durchführung stehen dabei im Vordergrund.

Das Ergebnis ist ein handliches Vakuumkissen (50 x 40 x 15 cm) aus PVC-Folie, das mit einem Styroporgemisch gefüllt wird. Das Kissen ist mit der Vakuumvorrichtung der üblicherweise in den Praxen vorhandenen Unterdruckanrührgeräte (-0,9 bis -1,2 bar) zu betreiben und ermöglicht in ca. 5 Minuten ohne große Belastung für Patient und Behandler eine Gesichtsmodellherstellung.

Diese Modelle weisen für die individuelle Herstellung extraoralabgestützter Apparaturen wie Gesichtsmasken nach DELAIRE und Kinnkappen ausreichende Genauigkeit auf.

8. Quellenverzeichnis

- (1) BARTELS, R.:
Persönliche Mitteilungen. Kieferorthopäde,
Olivierstr. 12, 8000 München 71 (Dezember
1982).
- (2) BERG, S., R. ROLLE und H. SEEMANN:
Der Archäologe und der Tod. Verlag C.J.
Bucher, München und Luzern (1981) 154 - 156
- (3) BRAUN, E.:
Persönliche Mitteilung. Fa. Wacker-Chemie
GmbH, Prinzregentenstr. 22, 8000 München 22
(August 1982)
- (4) DELAIRE, J., P. VERDON, J. FLOUR NANTES:
Möglichkeiten und Grenzen extraoraler Kräfte
in postero-anteriorer Richtung unter Ver-
wendung der orthopädischen Maske. Fortschr.
Kieferorthop. 39 (1978), 27 - 45
- (5) DELAIRE, J., P. VERDON, M.-C. KENSI:
Extraorale Zugkräfte mit Stirn-Kinn-
Abstützung zur Behandlung der Oberkiefer-
deformationen als Folge von Kiefer-Gaumen-
spalten. Fortschr. Kieferorthop. 34 (1973),
225 - 237
- (6) DERUP, H.:
Totenmaske und Ahnenbild bei den Römern.
Mitteilungen des deutschen Archäologischen
Instituts, Röm. Abt., Bd. 87 (1980), 81 - 129

- (7) DEWEY, M.:
A New Method in Dento-facial Orthopedia.
Int. J. Orthodont. 9 (1915), 488 - 493
- (8) GAREISSEN, G.:
Persönliche Mitteilungen. Leiter der Studio-
werkstatt für Stuck- und Gipsformen,
Akademie der Bildenden Künste, Akademiestr.2,
8000 München 40 (1982)
- (9) GUERNSEY, L.H.:
Problem prevention in jaw deformity
correction. In: L.A. Whitaker and P. Randall
(Hrsg.) Symposium on reconstruction of jaw
deformity. Bd. 16, The C.V. Mosby Company,
St. Louis (1978) 354 - 366
- (10) HAAGEN, M. und E. STROBEL:
Vakuummattsrutzen. In: Lehrbuch für den
Rettungsdienst. 3. Aufl. (Hrsg.) Bayer.
Rotes Kreuz, Landshut (1982), Kap. 31/5
- (11) HARTMANN, (ohne Vornamen):
Ägyptisches Museum. In: Katalog anlässlich
Eröffnung des Ägyptischen Museums im westl.
Teil Berlins, Hartmann Gebr., Berlin (1967),
216 - 262
- (12) HELCK, W. und WESTENDORF, W.:
Mumienportraits. In: Lexikon der Ägyptologie,
Bd. 5. Otto Harassowitz, Wiesbaden (1982),
218 - 221

- (13) INGLIS, T.H.:
Persönliche Mitteilungen. Orthodontist,
209 South Washington, Redwood Falls,
Minnesota 56283 (1982)
- (14) Katalog Ruhrfestspiele Recklinghausen 1983:
Wer zeigt sein wahres Gesicht. Städt. Kunsthallen Recklinghausen (4. Mai-3. Juli 1983)
- (15) KLEIN, H.:
Die historische Entwicklung von Abdruck und Abdruckmassen zur Herstellung von Zahnprothesen. Zahnmed. Diss. Köln (1964)
- (16) KLEIN, H.:
Persönliche Mitteilungen. Präparator.
Institut für Rechtsmedizin, Frauenlobstr. 7a,
8000 München 2 (1983)
- (17) KOLBE, G.:
Das ewige Antlitz. (15. Aufl.), Frankfurter
Verlagsanstalt, Berlin (1933)
- (18) KÖRNER, M.:
Vakuummatratze. In: Bayer. Rotes Kreuz
(Hrsg.). Lehrbuch für den Rettungsdienst.
4. Aufl. (im Druck), Kap. 31/5

(19) KUKULIES, C.:

Die prothetische Deckung von Gesichtsfekten.

In: C. Bruhn (Hrsg.): Handbuch der Zahnheilkunde. Bd. 3, (3. Aufl.)

Verlag v. J.F. Bergmann, München (1930), 940-962

(20) PASCHKE, H. und KOBES, L.:

Gesichtsepithese. In: Harnisch H., J. Gabka, H. Braun (Hrsg.) Handlexikon der zahnärztlichen Praxis. Bd. 1, Medica Verlag, Stuttgart (1975), 421 - 430

(21) POHL, J.:

Die Verwendung des Naturabgusses in der italienischen Portraitplastik der Renaissance. Triltsch Würzburg, (1938)

(22) RIESTERER, P.:

Das Ägyptische Museum Kairo. Bd. 2, Kümmerling und Frey, Bern (1965), 11

(23) VANDERSLEGEN, C.:

Das Alte Ägypten. In: Propyläen Kunstgeschichte. Propyläen Verlag, Berlin (1975), 273

Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. A. Stahl, Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie München, bedanken. Er gab mir die Möglichkeit, den praktischen Teil meiner Arbeit in der kieferorthopädischen Abteilung der Universitäts-Zahnklinik durchzuführen.

Herrn Priv. Doz. Dr. Dr. B. Rossiwall danke ich für die Themenstellung und seine engagierte Betreuung.

Herr M. Körner (Firma M. Körner, technisches Labor, 8212 Übersee) trug durch seine Hilfsbereitschaft wesentlich zum Erfolg dieser Arbeit bei.

Herr F. Matuschka, Mechanikermeister in der Werkstatt der Zahnklinik, stand mir stets mit Rat und Tat zur Seite, um technische Probleme zu lösen.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn, ermöglichte durch ihre Sachbeihilfe Ro 593/1-1 die finanzielle Durchführung.

Frau G. Schubert-Fritschke, Institut für statistische Beratung, 8000 München 70, unterstützte die Auswertung der Versuche.

Lebenslauf

Name	Rudolf Mund
Geburtstag	24. August 1950
Geburtsort	Olpe / Westf.
Vater	Rudolf Mund, Kaufmann
Mutter	Karin Mund, geb. Brunfaut, Hausfrau
Volksschule	1956-1959 München 1959-1961 Wiesbaden
Gymnasium	1961-1965 humanistisches Gymnasium Wiesbaden 1965-1971 humanistisches Gymnasium München
Abitur	1971 humanistisches Gymnasium Landshut
Wehrdienst	1971 Luftwaffe, Germersheim
Berufsausbildung	1971-1975 Fa. C & A Brenninkmeyer
Berufsausübung	1975-1979 Fa. C & A Brenninkmeyer
Heirat	1976 Monika Mund, geb. Löwenhauser, Steuerberater
Studium	1978-1984 Zahnheilkunde an der Ludwig-Maximilian-Universität München 1980 naturwissenschaftliche Vor- prüfung 1981 zahnärztliche Vorprüfung 1984 zahnärztliche Prüfung

